

ODWADNIANIE I HIGIENIZACJA OSADU ŚCIEKOWEGO W PROCESIE ZAUTOMATYZOWANYM PRZY POMOCY STEROWNIKA CYFROWEGO

Streszczenie

W artykule przedstawiono opis automatyzacji instalacji higienizacji osadu ściekowego zrealizowanej za pomocą układów logicznych SIEMENS LOGO!. Instalacja została wdrożona w oczyszczalni ścieków „Włostowice” w gminie Koszyce. Automatyzacja pozwala na utrzymanie stabilnych parametrów higienizacji i optymalizację procesu w celu uzyskania wysokiej wydajności instalacji, przy jednoczesnym zachowaniu oczekiwanych parametrów produktu końcowego. W artykule przedstawiono proces higienizacji osadu ściekowego w kontekście obowiązujących na terenie Unii Europejskiej wytycznych. Opisano również linię technologiczną odwadniania i higienizacji osadu.

WSTĘP

Przepisy obowiązujące na terenie Unii Europejskiej zobowiązują państwa członkowskie do zagospodarowywania osadów ściekowych powstających w procesie oczyszczania ścieków. Osady te powinny być przetwarzane do postaci umożliwiającej ich wprowadzenie do ekosystemu. Jedną z metod przetwarzania osadów jest ich higienizacja przez wapnowanie. W artykule przedstawiono zrealizowaną instalację higienizacji osadu ściekowego, zautomatyzowaną za pomocą modułów logicznych SIEMENS LOGO!.

1. GOSPODARKA OSADAMI W KONTEKŚCIE PRAWA UNII EUROPEJSKIEJ

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 23.10.2000r. ustanawiająca normy wspólnego działania w dziedzinie polityki wodnej w państwach UE (Dz. U. WE L 327 z 22.12.2000 r. Ramową Dyrektywą Wodną (RDW)) określa osady, jako „produkt” oczyszczania ścieków. Z kolei dyrektywa Rady 91/271/EWG z 21.05.1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych zobowiązuje do prowadzenia monitoringu i sprawozdawczości w zakresie oczyszczania ścieków komunalnych wraz z końcowym zagospodarowaniem komunalnych osadów ściekowych. Art. 14 dyrektywy Rady 91/271/EWG odnosi się do osadów, które powstają w wyniku oczyszczania ścieków i stwierdza, że muszą być ponownie wykorzystane w każdym przypadku, a sposoby wykorzystania osadów powinny ograniczać do minimum skutki niekorzystnego wpływu na środowisko [1].

2. ZARYS PROCESU PRZETWARZANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Przetwarzanie osadów ściekowych w kontekście obowiązujących przepisów powinno prowadzić do zminimalizowania ich wpływu na środowisko. Najlepszym sposobem na to jest takie przetworzenie osadów, które nie wymaga ich składowania a pozwala wprowadzić je do otoczenia jako produkt, do wykorzystania np. w rolnictwie przy nawożeniu. Przetwarzanie osadów ściekowych powinno obejmować następujące etapy:

- stabilizację,
- odwadnianie,
- higienizację
- zagospodarowanie końcowe.

Podstawowym zadaniem pozostaje oczywiście redukcja ilości osadów powstających w procesach oczyszczania ścieków, co można osiągnąć poprzez modyfikację procesową układów przeróbki osadów i stosowanie rozwiązań generujących mniejsze ilości osadu nadmiernego w głównych ciągach technologicznych oczyszczania ścieków [2].

Pierwszym etapem przetwarzania osadów ściekowych jest ich stabilizacja. Stabilizacja osadu ściekowego poprawia efektywność odwadniania i higienizacji. Osady stabilizuje się głównie metodami biologicznymi, na drodze fermentacji metanowej i stabilizacji tlenowej. Stabilizacja beztlenowa (metanowa) prowadzona jest w zamkniętych, szczelnych zbiornikach. Powstające podczas stabilizacji gazy używane są jako paliwo w układach wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Prowadzenie stabilizacji metanowej poprawia bilans energetyczny oczyszczalni, ale wymaga poczynienia kosztownych inwestycji w infrastrukturę techniczną. Powoduje to ograniczenie zakresu stosowania stabilizacji metanowej i układów kogeneracyjnych do większych oczyszczalni.

Owadnianie osadów ściekowych polega na obniżeniu zawartości wody w osadach. Procesowi temu towarzyszy zmniejszenie objętości osadów [3]. Usuwanie wody z osadów realizowane jest w procesach: zagęszczania, odwadniania, suszenia. Efektem dobrze zrealizowanego procesu odwadniania osadów ściekowych jest uzyskanie jak największej zawartości suchej masy w osadach. Do tego zadania stosuje się procesy mechaniczne wspomagane wspomaganie wstępnym kondycjonowaniem osadu (kondycjonowaniem chemicznym lub fizycznym) [4].

Higienizacja osadów ściekowych prowadzi do redukcji zawartości organizmów patogennych i pozwala na wykorzystanie przyrodnicze lub rolnicze przetworzonych osadów. Higienizację prowadzi się różnymi metodami, z których najczęściej stosowane to:

- higienizacja chemiczna poprzez wapnowanie,
- higienizacja biologiczna (fermentacja mezofilowa, kompostowanie, autotermiczna stabilizacja tlenowa),
- higienizacja radiacyjna,
- higienizacja termiczna (pasteryzacja, hydroliza, suszenie).

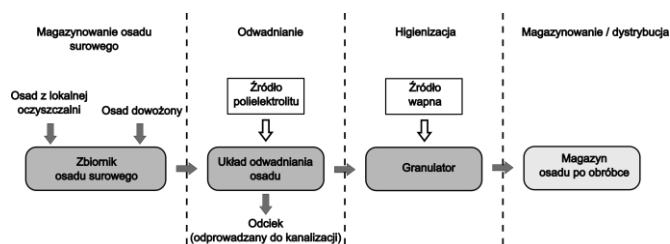
Wapnowanie osadu ściekowego jest interesującym sposobem higienizacji, ponieważ w wyniku wymieszania odwodnionego osadu z wapnem palonym (CaO) lub hydratyzowanym (Ca(OH)₂) zachodzi reakcja egzotermiczna a odczyn mieszaniny staje się silnie zasadowy (pH powyżej 12). Powstający podczas wapnowania amoniak poprawia efektywność higienizacji redukując udział organizmów patogennych.

Osad poddany wapnowaniu musi być składowany zanim możliwe będzie jego wykorzystanie rolnicze. W przypadku wapnowania wapnem palonym okres składowania określa się na kilkadziesiąt godzin. Jeżeli użyto wapna hydratyzowanego składowanie powinno trwać minimum 35 dni [5].

3. AUTOMATYZOWANA INSTALACJA ODWADNIANIA I HIGIENIZACJI OSADU

W artykule zaprezentowana będzie możliwość automatyzacji instalacji odwadniania i higienizacji osadu ściekowego zrealizowana w oczyszczalni ścieków w miejscowości Włostowice położonej w gminie Koszyce, powiat Proszowski.

Pierwotnie osad ściekowy był magazynowany w zbiorniku o pojemności 300m³ i po stabilizacji tlenowej poddawany był odwadnianiu na prasie taśmowej. Tak przetworzony osad wywożony był na wysypisko śmieci. Modernizacja oczyszczalni miała na celu zmianę sposobu gospodarowania przetworzonym osadem ściekowym w taki sposób, aby można było go wykorzystać w rolnictwie jako nawóz. Na rysunku 4 przedstawiono etapy przetwarzania osadu ściekowego w docelowej formie – po modernizacji oczyszczalni. W wyjściowej wersji etap odwadniania poprzedzał wywóz odwodnionego osadu do składowania na wysypisku śmieci. Taki proces przetwarzania osadu ściekowego nie spełniał wymagań określonych przez prawo UE.



Rys. 1. Etapy przetwarzania osadu ściekowego na przykładzie procesu prowadzonego w oczyszczalni ścieków we Włostowicach, gmina Koszyce

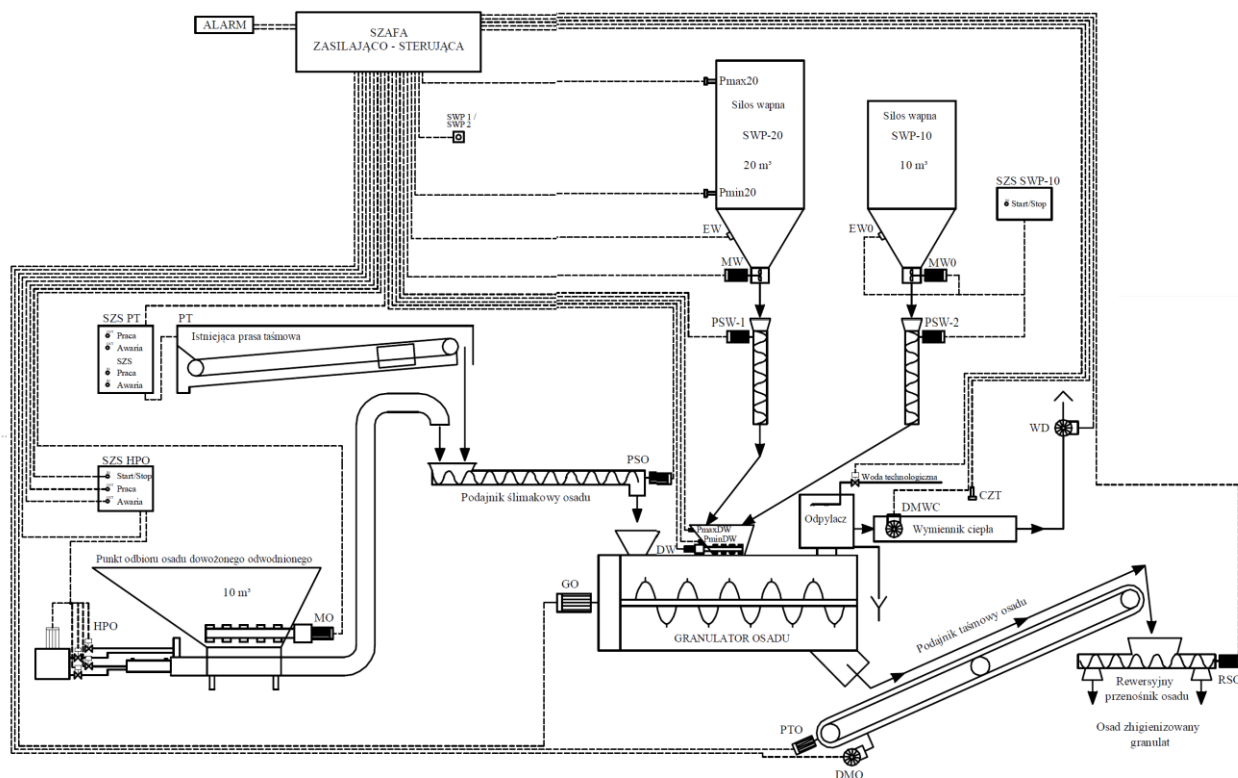
W celu uzupełnienia obecnego procesu przetwarzania osadu ściekowego konieczne było zastosowanie reaktora chemicznego (tzw. granulatora), w którym odwodniony na prasie taśmowej osad mieszany jest z wapnem palonym (CaO). Modernizacja instalacji wymagała jej uzupełnienia o następujące elementy:

- reaktor chemiczny (granulator)
- układ transportu odwodnionego osadu z prasy taśmowej do granulatora,
- układ podawania wapna z silosu do granulatora,
- dodatkowy silos na wapno,
- przenośnik taśmowy odprowadzający granulát na zewnątrz.

Dodatkowo wprowadzono możliwość przetwarzania osadu dożożonego spoza oczyszczalni ścieków. Wymagało to wybudowania magazynu osadu z hydraulicznym układem podawania osadu do granulatora. Schemat instalacji przedstawiono na rysunku 2. W tabeli 1 zamieszczono opis oznaczeń widocznych na schemacie instalacji.

Tab. 1. Oznaczenia zawarte na schemacie instalacji odwadniania i higienizacji osadu

Lp.	Oznaczenie	Urządzenie	Sygnaly wchodzące do sterownika	Sygnaly generowane przez sterownik
1.	DMO	Termowentylator ogrzewania przenośnika taśmowego	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
2.	DMWC	Dmuchała wymiennika ciepła	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
3.	DW	Dozownik wapna	Sygnal binarny „Awaria przetwornicy częstotliwości”	Sygnal binarny „Załącz”.
4.	EW	Elektrowibrator silosu wapna SWP-20	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
5.	EW0	Elektrowibrator silosu wapna SWP-10	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
6.	GO	Granulator	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
7.	HPO	Hydrauliczna pompa osadu	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Pompa sterowana przez odrębny sterownik.
8.	MO	Mieszadło osadu dowożonego	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	j.w.
9.	MW	Mieszacz wapna silosu SWP-20	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
10.	MW0	Mieszacz wapna silosu SWP-10	-	-
11.	Pmax DW	Zasobnik wapna	Sygnal binarny „Zasobnik napelniony”	-
12.	Pmin DW	Zasobnik wapna	Sygnal binarny „Zasobnik opróżniony”	-
13.	PSO	Podajnik ślimakowy osadu	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
14.	PSW-1	Przenośnik ślimakowy wapna silosu SWP-20	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
15.	PSW-2	Przenośnik ślimakowy wapna silosu SWP-10	-	Sygnal binarny „Załącz”.
16.	PT	Prasa taśmowa	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	-
17.	RSO	Rewersyjny, ślimakowy przenośnik wapna	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.
18.	SWP-10	Silos wapna o pojemności 10m ³	-	-
19.	SWP-20	Silos wapna o pojemności 20m ³	-	-
20.	SZS HPO	Szafa zasilająca – sterująca hydraulicznej pompy osadu	Sygnal binarny „HPO awaria” Sygnal binarny „HPO załączona” Sygnal binarny „HPO pracuje”	-
21.	SZS PT	Szafa zasilająca – sterująca prasy taśmowej	Sygnal binarny „Prasa pracuje”	-
22.	SZS SWP-10	Szafa zasilająca-sterująca silosu wapna 10m ³	-	-
23.	WD	Wentylator dachowy	Sygnal binarny „Zabezpieczenie silnika załączone”	Sygnal binarny „Załącz”.



Rys. 2. Schemat technologiczny instalacji odwadniania i higienizacji osadu ściekowego w oczyszczalni ścieków we Włostowicach

Układ sterowania urządzeniami instalacji oparto o dwa sterowniki LOGO! Sterownik główny zainstalowano w szafie zasilająco-sterującej. Drugi sterownik został zainstalowany w szafie sterująco-zasilającej hydraulicznego podajnika osadu (HPO). Istotnym czynnikiem pozwalającym na uproszczenie układu sterowania i zastosowanie sterowników o niewielkich zasobach sprzętowych był brak konieczności generowania/mierzenia sygnałów analogowych. Wszystkie zainstalowane czujniki były czujnikami dwustanowymi – binarnymi. Prawidłowy przebieg procesu higienizacji osadu w granulatorze wymagał możliwości zmieniania prędkości obrotowej napędu granulatora i napędu podajnika wapna. Prędkości te, jako kluczowe parametry procesu, są dostosowywane podczas rozruchu instalacji i nie muszą być korygowane, jeżeli warunki pracy instalacji są stabilne. Zrealizowano to za pomocą zadajników analogowych sygnału sterującego (potencjometry). Było to możliwe, ponieważ wydajność prasy taśmowej nie zmienia się w trakcie odwadniania osadu, jeżeli niezmienna pozostaje nadawa osadu na prasę. Osad poddany odwadnianiu jest osadem po stabilizacji i pod względem udziału suchej masy jest on homogeniczny. Układ sterowania realizuje następujące zadania:

- umożliwia sekwencyjne załączenie urządzeń instalacji podczas rozruchu i wyłączenie podczas zatrzymywania,
- nadzoruje pracę urządzeń przez monitorowanie sygnałów z zabezpieczeń,
- kontroluje proces dawkowania wapna do granulatora,
- rejestruje czas pracy urządzeń instalacji,
- umożliwia pracę instalacji w trybie automatycznym i ręcznym,
- dzięki zastosowaniu panelu operatorskiego bieżąca obsługa i nadzorowanie poprawności działania instalacji jest przejrzyste i intuicyjne.

Sterownik główny składa się z jednostki SIEMENS LOGO! 12/24 RCE z dwoma modułami wejść/wyjść cyfrowych DM16 24R. Dzięki możliwości połączenia sterownika z panelem operatorskim za

interfejsu użytkownika na panelu serii KTP 400 BASIC. Interfejs użytkownika zyskał na przejrzystości i funkcjonalności w porównaniu z interfejsami realizowanymi na dedykowanych dla sterowników LOGO! urządzeniach TD (proste, alfanumeryczne wyświetlacze wyposażone w przełączniki mechaniczne).



Rys. 3. Sterownik główny instalacji odwadniania i higienizacji osadu ściekowego zrealizowany na jednostce centralnej LOGO! 12/24RCE z dołączonymi dwoma modułami wejść/wyjść binarnych DM16 24R

4. OBSŁUGA STEROWNIKA POPRZECZ INTERFEJS OPERATORA (HMI)

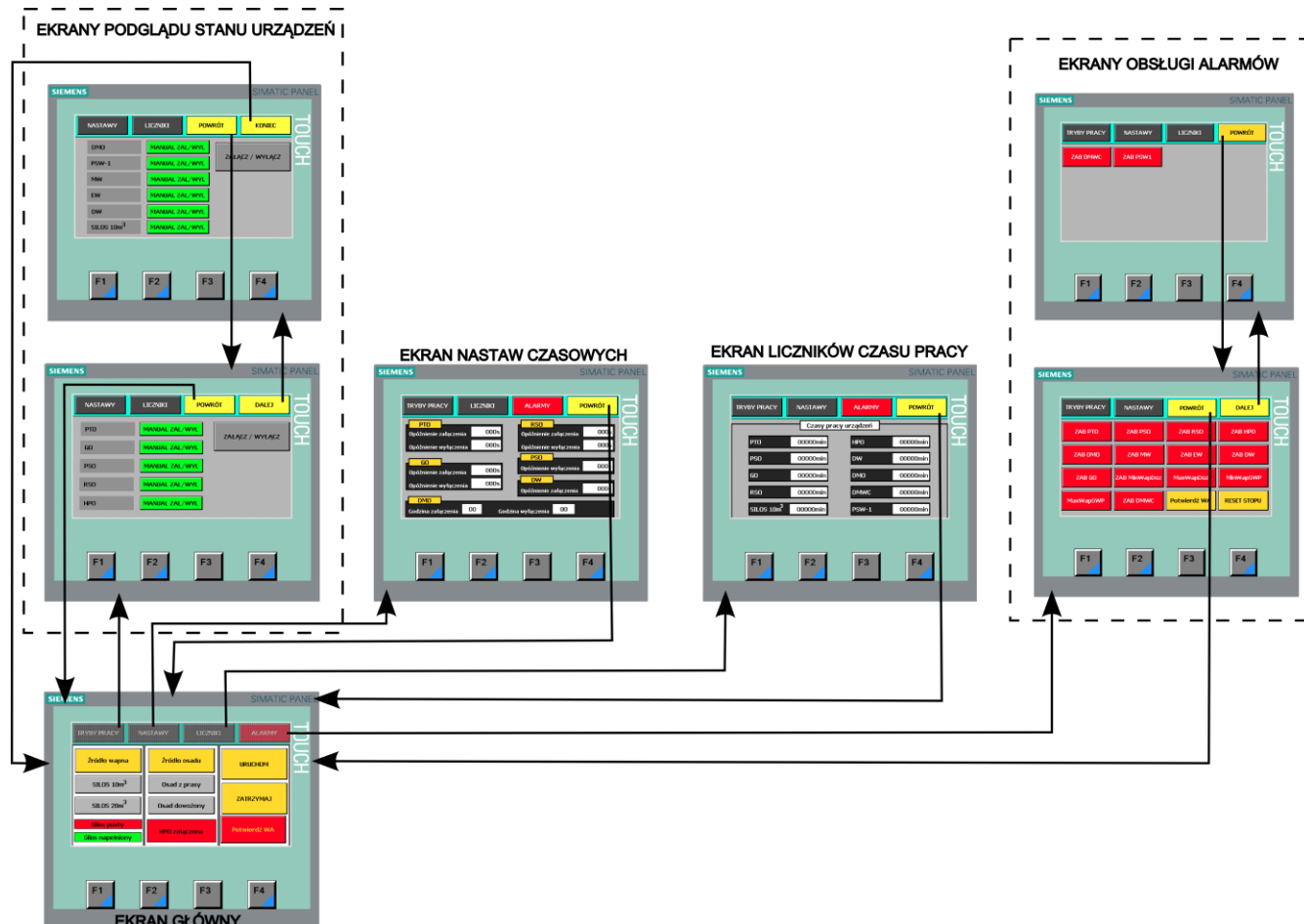
W lutym 2011r firma SIEMENS wprowadziła na rynek sterowniki LOGO! wyposażone w interfejs komunikacyjny ETHERNET [7]. Dzięki temu możliwe stało się łączenie tych sterowników z panelami operatorskimi obsługującymi protokoły komunikacyjne oparte na tym interfejsie. Firma SIEMENS jest również producentem paneli operatorskich wyposażonych w interfejs komunikacyjny ETHERNET. Panele te oprogramowuje się w środowisku TIA Portal z zastosowaniem narzędzia WinCC. Panele te umożliwiają tworzenie interfejsów graficznych i mają ekrany dotykowe. Wymiana danych pomiędzy sterownikami LOGO! i panelami HMI firmy SIEMENS jest możliwa,

ponieważ w sterownikach LOGO! zaimplementowano kontroler interfejsu komunikacyjnego kompatybilny ze sterownikami SIEMENS S7-200. Wymiana informacji wymaga zdefiniowania w sterowniku (oprogramowanie narzędziowe LOGO! Soft Comfort) tablicy danych wymienianych z panelem operatorskim. Po stronie panelu operatorskiego konieczne jest zdefiniowanie takiej samej tablicy. Wymaga to jednak posiadania oprogramowania WinCC wchodzącego w skład pakietu TIA Portal.

Dokładny opis integracji sterowników LOGO! i paneli operatorskich można znaleźć na stronach internetowych wsparcia technicznego firmy SIEMENS.

WNIOSKI

Efektywne przetwarzanie osadów ściekowych staje się działaniem obowiązującym na terenie Unii Europejskiej. Możliwość wprowadzenia przetworzonego osadu ściekowego z powrotem do ekosystemu, jako produktu bezpiecznego wymaga prowadzenia higienizacji osadu w procesie zautomatyzowanym. Daje to gwarancję utrzymania oczekiwanych parametrów higienizacji i wysokiej wydajności procesu. Dzięki wstępnemu stabilizowaniu osadu ściekowego może on być efektywnie odwadniany i higienizowany przez wapnowanie. Zastosowanie sterowników programowalnych wyposażonych w interfejsy użytkownika, stworzone na dotykowych panelach opera-



Rys. 3. Okna interfejsu użytkownika sterownika głównego [6]

Interfejs operatora zaprojektowany dla obsługi instalacji higienizacji osadu składa się z siedmiu ekranów. Ekran główny: umożliwia wybór źródła wapna, wybór źródła osadu, uruchamianie i zatrzymywanie instalacji. Dodatkowo na ekranie tym wyświetlane są ostrzeżenia o wykryciu nieprawidłowości w pracy urządzeń instalacji i informacje o poziomie wapna w silosie SWP-20. Z ekranu głównego można przejść do pozostałych ekranów interfejsu. Ekran nastaw czasowych umożliwia ustalenie opóźnień w załączeniu urządzeń instalacji podczas jej uruchamiania. Ekran liczników czasu pracy przedstawia rejestr czasu pracy urządzeń instalacji. Ułatwia to prowadzenie przeglądów i konserwacji tych urządzeń. Dwa ekrany podglądu stanu urządzeń umożliwiają wyłączenie/załączenie wszystkich urządzeń w trybie ręcznym i obserwowanie stanu tych urządzeń w trybie automatycznym. Ekrany obsługi alarmów przedstawiają ewentualne problemy zaistniałe w instalacji, wynikające z wyłączonych zabezpieczeń obwodów zasilania i braku wapna niezbędnego do higienizacji osadu.

torskich, daje nowe możliwości w automatyzacji procesów przetwarzania osadów ściekowych. Nie tylko nie powodując podniesienia kosztów automatyzacji, ale wręcz przeciwnie, co jest możliwe dzięki zastosowaniu relatywnie niedrogich i elastycznych układów sterowania.

BIBLIOGRAFIA

1. Bień J., Górski M., Gromiec M., Kacprzak M., Kamizela T., Kowalczyk M., Neczaj E., Pająk T., Wystalska K.: Ekspertyza, która będzie stanowić materiał bazowy do opracowania strategii postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2014-2020. Politechnika Częstochowska, 2014.
2. Styka W., Beńko P.: Wdrażanie dobrych praktyk w gospodarce osadami ściekowymi. Inżynieria i Ochrona Środowiska tom 17, nr 2, 2014.
3. Korczak-Niedzielska M., Gromiec M.J.: Suszenie osadów ściekowych. Mat. Konf. Nauk.-Techn. nt. Osady ściekowe w prak-

tyce. Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa-Ustroń 1998.

4. Bień J., Wystalska K.: Osady ściekowe, teoria i praktyka. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011.
5. Marcinkowski T.: Alkaliczna stabilizacja komunalnych osadów ściekowych. Prace naukowe Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Seria: Monografie. Wrocław 2004.
6. Materiały promocyjne firmy BIOSOW Robert Kostrzewa.
7. New logic module range with Ethernet communication and extended functionality. SIEMENS AG, luty 2011.

<http://www.siemens.com/industryautomation>

THE AUTOMATION OF SEWAGE SLUDGE DEWATERING AND HYGIENIZATION WITH APPLICATION OF DIGITAL CONTROLLER

Abstract

In this article the application of digital logic units SIEMENS LOGO! in automation of sewage sludge hygienization was presented. Currently binding in European Community countries law orders to transform sewage sludge produced in wastewater treatment stations into product useful in the agriculture. Example hygienization process, implemented in real wastewater treatment station, based on calx application was presented as well. Application of logic unit SIEMENS LOGO! and human machine interface unit SIEMENS KTP 400 was described with focus on new possibilities follow the introduction of LOGO! modules equipped with ETHERNET interface.

Autorzy:

Sobiepański Michał - Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki; 42-201 Częstochowa; al. Armii Krajowej 21. Tel: +48 34 3250509, Fax: +48 34 3250509

Kostrzewa Robert - BIOSOW Robert Kostrzewa; 98-300 Wieluń; al. Armii Krajowej 21. Tel: +48 43 8430450, Fax: +48 43 8430450